

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-288936

(43)Date of publication of application : 18.10.1994

51)Int.Cl.

G01N 21/89
G06F 15/62

21)Application number : 05-079894

(71)Applicant : FUJIKURA LTD

22)Date of filing : 06.04.1993

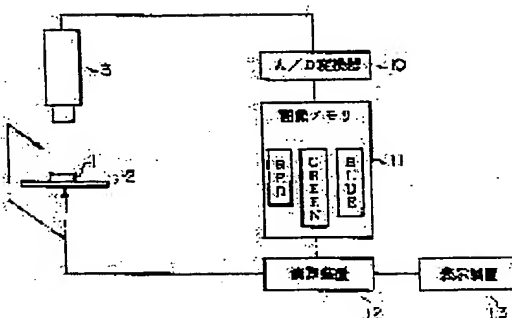
(72)Inventor : GOTO KAZUHIKO
YAMANOUCHI HIROSHI
TAKAHASHI SUSUMU

(54) FOREIGN MATTER INSPECTION METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily construct a data base used for discriminating the kinds of foreign matters and voids by fetching the data of the most representative foreign matter and void while the foreign matters are actually observed.

CONSTITUTION: The picture of a sample 1 is taken 3 while the sample 1 is irradiated with transmitted light so that the shade of a foreign matter or void contained in the sample 1 can become the most distinctive and obtained first picture data are stored 1. Then the picture data are scanned over the entire area of the picture and parts darker than the lower limit of a standard brightness range of the base material constituting the sample 1 and brighter than the upper limit of the range are recognized. In such a way, the coordinates of picture elements divided into a number at which statistical samples in the picture of the part of the sample 1 which is not recognized as the base material are extracted. The color picture of the sample 1 is taken 3 while the sample 1 is irradiated with vertical light side so that the color of the foreign matter or void contained in the sample 1 can become the most distinctive and obtained second picture data are stored 11. Then the color extent of the base material of the sample 1 is recognized by scanning the second data over the entire area of the data and designating the color extent. Then the coordinates of picture elements divided into a number at which a statistical sample can be extracted and the kinds of foreign matters in each group are decided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998.2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-288936

(43)公開日 平成6年(1994)10月18日

| | | | | |
|--------------------------|-------|----------|-----|--------|
| (51)Int.Cl. ⁵ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| G 0 1 N 21/89 | E | 8304-2 J | | |
| G 0 6 F 15/62 | 3 8 0 | 9287-5 L | | |

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-79894

(22)出願日 平成5年(1993)4月6日

(71)出願人 000005186

株式会社フジクラ
東京都江東区木場1丁目5番1号

(72)発明者 後藤 和彦

東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会
社フジクラ内

(72)発明者 山之内 宏

東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会
社フジクラ内

(72)発明者 高橋 享

東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会
社フジクラ内

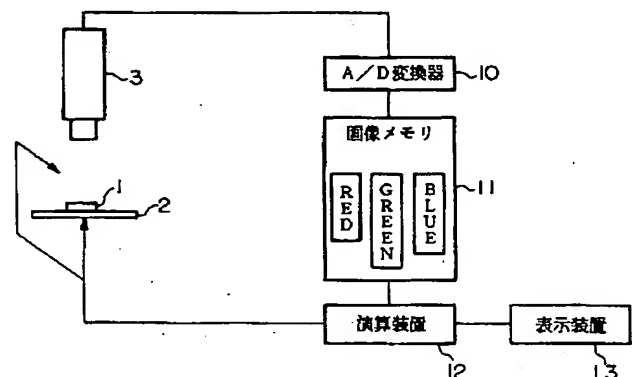
(74)代理人 弁理士 志賀 正武

(54)【発明の名称】 異物検査方法

(57)【要約】

【目的】 異物やボイドの種類を判定する際に用いるデータベースの構築を容易に行う。

【構成】 試料から得た第1画像を走査して母材より暗い部分、明るい部分を認識し、母材以外の座標を記憶する。試料から得た第2画像を走査して母材の色範囲を指定し母材以外の座標を記憶する。第1、第2画像の座標を重ね、これらによって指定される画素を異物、ボイドの座標と認識する。異物、ボイドとして認識された画素の内、同一の異物、ボイドとして判断される集団毎に、色相、彩度、明度の平均および分布を計算する。次に、各異物、ボイド毎に予め計算した色相、彩度、明度の平均および分布と、上記集団毎に計算された色相、彩度、明度の平均および分布とのマハラノビスの汎距離をそれぞれ算出し、最もマハラノビスの汎距離が短い集団をもって、各集団の異物の種類を決定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄くスライスされた透明または半透明の樹脂からなる試料中に含まれている異物あるいはボイドの影が最も際立つように透過光を照射しつつ、前記試料を撮影し、

この撮影によって得られた第1の画像データを記憶し、前記第1の画像データの画面全体に互って走査して前記試料の母材の標準的な明るさの範囲の下限よりも暗い部分と、前記試料の母材の標準的な明るさの範囲の上限よりも明るい部分とを認識することにより、前記試料の母材と認識されない部分の前記画面上の、統計学的なサンプルが抽出でき得る数に区分けされた画素の座標を抽出し、

前記試料中に含まれている異物あるいはボイドの色が最も際立つように落射光を照射しつつ、前記試料をカラー撮影し、

この撮影によって得られた第2の画像データを赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データに分離して記憶し、

前記赤データ、緑データ、青データ、あるいは前記色相データ、彩度データ、明度データのすべてを前記第2の画像データの画面全体に互って走査して前記試料の母材の色範囲を指定して認識する、あるいは前記試料の母材の色相、彩度および明度のそれぞれの範囲を指定して認識することにより、前記試料の母材と認識されない部分の前記画面上の、統計学的なサンプルが抽出でき得る数に区分けされた画素の座標を抽出し、

前記第1の画像データに基づいて得られた座標と前記第2の画像データに基づいて得られた座標とを重ね合わせ、少なくともその一方によって指定される画素の座標を前記異物あるいはボイドの座標と認識し、

前記異物あるいはボイドとして認識された前記画素の内、同一の異物あるいはボイドとして判断される集団毎に、赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均並びにこれら赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの3つの要素の分布を計算し、

各異物およびボイド毎にあらかじめ計算した赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均並びにこれら赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの3つの要素の分布と、前記集団毎に計算された前記赤データ、緑データ、青データ、あるいは前記色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均および前記分布とに基づいて、各集団の異物の種類を決定することを特徴とする異物検査方法。

【請求項2】 各異物およびボイド毎にあらかじめ計算した赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均並びにこ

れら赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの3つの要素の分布と、前記集団毎に計算された前記赤データ、緑データ、青データ、あるいは前記色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均および前記分布とのマハラノビスの汎距離をそれぞれ算出し、最も前記マハラノビスの汎距離が短い集団をもって、各集団の異物の種類を決定することを特徴とする請求項1記載の異物検査方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、電力ケーブル等の絶縁に用いられる架橋ポリエチレン等の樹脂の絶縁体に含まれている異物やボイドを画像処理により検査する異物検査方法に関し、特に、異物種判別方法の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】 電力ケーブルの絶縁に用いられる架橋ポリエチレン、あるいは、これに類似した透明または半透明のプラスチック等の樹脂の絶縁体に金属粒子、添加剤の未分散物およびスコーチ粒子等の異物が混入したり、あるいは、微細なボイドが存在したりすると、電力ケーブルの絶縁性能が著しく低下してしまう。これにより、電力ケーブルの信頼性が大きく損なわれる。

【0003】 このため、従来より、画像処理技術を用いて絶縁体の異物やボイドを自動検査し、かつ、これらの種類を判定する異物検査装置が提案されている。異物が混入された電力ケーブルの絶縁体（架橋ポリエチレン）を軸と直交する方向に薄くスライスし、ガラス板等で挟むなどして平らにして試料とする。そして、この試料をモノクロのテレビカメラで撮影して得られた白黒画像の明暗に基づいて、母材（架橋ポリエチレン）より明るい部分あるいは、母材より暗い部分を抜き出して異物やボイドを検査するとともに、これらの種類を判定する。

【0004】 しかしながら、上述したモノクロ画像処理による異物検査装置においては、異物やボイドの色について検査することができないので、たとえば、銅とステンレスとの判別ができないという欠点があった。また、アンバー（ポリエチレンが熱履歴によって黄色く変色したもの）は影がでにくいので、検出することができないという欠点があった。

【0005】 そこで、以下に示すカラー画像処理による異物検査装置が提案されている。図1は、従来の一般的なカラー画像処理による異物検査装置の構成を示すブロック図である。この図において、1は試料、2は試料1が載置された透明板、3は実体顕微鏡やマクロレンズによって試料1内に混入した異物を拡大して撮影するカラーのテレビカメラである。

【0006】 ここで、図2に試料1とテレビカメラ2の部分の概略正面図を示す。図2において、4はテレビカメラ3に装着されたマクロレンズである。5はテレビカメラ3に装着され、試料1に対して落射光を照射するリ

ングライト、6はマクロレンズ4の中心軸上の透明板2の下部に設けられ、試料1に対して透過光を照射するリングライトである。そして、これらのリングライト5および6は、図3に示すように、光源7から光ファイバケーブル8によって導かれた光がリング状に並べられた光ファイバケーブル8の端部からなる発光体9からリング状の光として照射されるものであり、試料1に対して影が出ないようにしている。また、光源7のうち、落射照明用、すなわち、リングライト5の光源を光源7₁、透過照明用、すなわち、リングライト6の光源を光源7₂とする。さらに、光源7の光量は、後述する演算装置12によって連続的に制御される。

【0007】また、図1において、10はテレビカメラ3から出力されるカラーのビデオ信号をディジタルの画像データに変換するA/D変換器、11は画像データを赤、緑、青（以下、RGBという）の3原色に分離して画面上の座標に対応してそれぞれのフレームに記憶する画像メモリ、12は画像メモリ11に記憶された画像データを演算処理して画像の輪郭の強調や補正を行うとともに、光源7を制御して試料1に照射する光の制御を行う演算装置、13は演算装置12が演算処理したデータを表示するカラーの表示装置である。なお、画像の取り込み範囲は検出すべき異物の大きさと要求解像度とによるが、一般的には1回の処理では1つの試料1の観察必要面積すべてに互って処理することはできないので、試料1は透明板2のXYステージに載置して順送りして一部分ずつ処理できるようにしておく。

【0008】このような構成において、まず、演算装置12は、光源7₁および7₂を制御してリングライト5および6から照射される光量を異物あるいはボイドの色が最も際立つように調整する。そして、テレビカメラ3によって試料1を撮影する。これにより、テレビカメラ3から出力されるカラーのビデオ信号は、A/D変換器10によってディジタルの画像データに変換された後、画像メモリ11にRGBの3原色に分離されて記憶される。この画像データを第1の画像データとする。

【0009】次に、演算装置12は、画像メモリ11に記憶された第1の画像データの全画素を走査して母材の色を抽出して認識することにより、母材と母材以外の部分とに分ける。そして、母材以外の部分の画素の座標を記憶する。次に、演算装置12は、光源7₂のみを制御してリングライト6から照射される光量を異物あるいはボイドの影が最も際立つように調整する。そして、テレビカメラ3によって試料1を撮影する。これにより、テレビカメラ3から出力されるカラーのビデオ信号は、A/D変換器10によってディジタルの画像データに変換された後、画像メモリ11にRGBの3原色に分離されて記憶される。

【0010】次に、演算装置12は、画像メモリ11に記憶された第2の画像データの明るさを各画素において

RGBの各原色の和として演算し、母材の標準的な明るさの範囲の下限よりも暗い部分（これが異物に相当する）と、母材の標準的な明るさの範囲の上限よりも明るい部分（これがボイドに相当する）とを母材以外の部分として指定する。

【0011】そして、上述した処理によって得られた第1の画像データによる母材でない部分の座標と、第2の画像データによる母材でない部分の座標とを重ね合わせ、少なくともその一方によって指定される座標を異物あるいはボイドの存在する座標として記憶する。そして、各異物あるいはボイドと指定された部分をクラスタリング（clustering）およびラベリングによって画素の集団として認識して分離し、番号を割り振る。

【0012】次に、記憶されたすべての異物あるいはボイドの座標の色を第1の画像データを用いて判断した後、画素集団内部の色を、たとえば、各画素毎のRGBの3原色の強度を数値で読み取り、これをグラフで表現する。そして、異物あるいはボイドと認識された後は、異物あるいはボイドと認識された座標のみを注目し、座標集団の中心点（平均値）、標準偏差、相関係数、主成分をあらかじめ異物あるいはボイドの種類が分かった状態で記憶してあるデータベースを参照し、その特徴に沿っているがどうかによって異物あるいはボイドの種類を判断する。

【0013】このようにして認識した異物あるいはボイドの種類、大きさや数をカウントして次の画面の検査へ移行し、最終的に試料1の全ての被検査面を検査する。なお、上述したカラー画像処理による異物検査方法については、本出願人が先に提案した異物検査方法（特願平3-141372号の願書に添付された明細書および図面）を参照されたい。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来のカラー画像処理による異物検査装置においては、データベースを構築する場合、各パラメータの設定を数値の範囲を決めることにより行っているため、パラメータの分布をどの程度まで考慮すればよいのかを判断するには、ある程度の経験がなければ適切に行えないという欠点があった。本発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、異物やボイドの種類を判定する際に用いるデータベースの構築を容易に行うことができる異物検査方法を提供することを目的としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、薄くスライスされた透明または半透明の樹脂からなる試料中に含まれている異物あるいはボイドの影が最も際立つように透過光を照射しつつ、前記試料を撮影し、この撮影によって得られた第1の画像データを記憶し、前記第1の画像データの画面全体に互って走査して前記試料

の母材の標準的な明るさの範囲の下限よりも暗い部分と、前記試料の母材の標準的な明るさの範囲の上限よりも明るい部分とを認識することにより、前記試料の母材と認識されない部分の前記画面上の、統計学的なサンプルが抽出でき得る数に区分けされた画素の座標を抽出し、前記試料中に含まれている異物あるいはボイドの色が最も際立つように落射光を照射しつつ、前記試料をカラー撮影し、この撮影によって得られた第2の画像データを赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データに分離して記憶し、前記赤データ、緑データ、青データ、あるいは前記色相データ、彩度データ、明度データのすべてを前記第2の画像データの画面全体に互って走査して前記試料の母材の色範囲を指定して認識する、あるいは前記試料の母材の色相、彩度および明度のそれぞれの範囲を指定して認識することにより、前記試料の母材と認識されない部分の前記画面上の、統計学的なサンプルが抽出でき得る数に区分けされた画素の座標を抽出し、前記第1の画像データに基づいて得られた座標と前記第2の画像データに基づいて得られた座標とを重ね合わせ、少なくともその一方によって指定される画素の座標を前記異物あるいはボイドの座標と認識し、前記異物あるいはボイドとして認識された前記画素の内、同一の異物あるいはボイドとして判断される集団毎に、赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均並びにこれら赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの3つの要素の分布を計算し、各異物およびボイド毎にあらかじめ計算した赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均並びにこれら赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの3つの要素の分布と、前記集団毎に計算された前記赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均および前記分布とに基づいて、各集団の異物の種類を決定することを特徴としている。

【0016】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、各異物およびボイド毎にあらかじめ計算した赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均並びにこれら赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの3つの要素の分布と、前記集団毎に計算された前記赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均および前記分布とのマハラノビスの汎距離をそれぞれ算出し、最も前記マハラノビスの汎距離が短い集団をもって、各集団の異物の種類を決定することを特徴としている。

【0017】

【作用】本発明によれば、実際に異物を観察しながら最

も代表的な異物あるいはボイドのデータを取り込むだけで、異物やボイドの種類を判定する際に用いるデータベースの構築を容易に行うことができる。

【0018】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の一実施例について説明する。なお、装置の構成は図1のものと同様であるが、演算装置12の機能が後述するように異なる。次に、この異物検査方法を適用した異物検査装置の動作について説明する。

① 発見段階

まず、演算装置12は、光源7₂を制御してリングライト6から照射される光量を異物あるいはボイドの影が最も際立つように調整して、試料1に透過光を照射しつつ、テレビカメラ3によって試料1を撮影する。これにより、テレビカメラ3から出力されるカラーのビデオ信号は、A/D変換器10によってデジタルの画像データに変換された後、画像メモリ11にRGBの3原色、あるいは色相データ、彩度データ、明度データに分離されて記憶される。この画像データを第1の画像データとする。なお、第1の画像データは、必要に応じて、演算装置12が演算処理によるシェーディング補正をすることなどにより、全体の明るさの濃淡の斑を最小限に押さえておく。

【0019】次に、演算装置12は、画像メモリ11に記憶された第1の画像データの明るさを各画素においてRGBの各原色の和、あるいは明度として演算し、母材の標準的な明るさの範囲の下限よりも暗い部分（これが異物に相当する）と、母材の標準的な明るさの範囲の上限よりも明るい部分（これがボイドに相当する）とを母材以外の部分として指定する。

【0020】次に、演算装置12は、光源7₁を制御してリングライト5から照射される光量を異物あるいはボイドの影が最も際立つように調整して、試料1に落射光を照射しつつ、テレビカメラ3によって試料1を撮影する。これにより、テレビカメラ3から出力されるカラーのビデオ信号は、A/D変換器10によってデジタルの画像データに変換された後、画像メモリ11にRGBの3原色、あるいは色相データ、彩度データ、明度データに分離されて記憶される。この画像データを第2の画像データとする。なお、第2の画像データも第1の画像データと同様、必要に応じて、演算装置12が演算処理によるシェーディング補正をすることなどにより、全体の明るさの濃淡の斑を最小限に押さえておく。

【0021】次に、演算装置12は、画像メモリ11に記憶された第2の画像データの全画素を走査して母材（架橋ポリエチレン）の色を抽出して認識する、あるいは母材の色相、彩度および明度のそれぞれの範囲を指定して認識することにより、母材と母材以外の部分とに分ける。そして、母材以外の部分の画素の座標を内部の記憶装置に記憶する。

【0022】そして、上述した処理によって得られた第1の画像データによる母材でない部分の座標と、第2の画像データによる母材でない部分の座標とを重ね合わせ、少なくともその一方によって指定される座標を異物あるいはボイドの存在する座標として内部の記憶装置に記憶する。この場合、母材でないと判断された部分（以下、母材以外部という）は、統計値がとれるだけの画素に区割りされていなければならない。

【0023】② 判定段階

まず、あらかじめデータベースに、種類が明かな各異物およびボイド毎に、それぞれの赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データを統計値がとれるだけ記憶しておく。このデータベースは、演算装置12内部の記憶装置でも、フロッピディスクやハードディスクなどの外部記憶装置でもよい。

【0024】次に、演算装置12は、母材以外部の座標の赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データを内部の記憶装置から読み出して、各母材以外部の内、同一の異物あるいはボイドとして判断される部分の集団毎に、赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均と、これら赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの3つの要素を含めた各座標の分布を計算する。また、データベースにあらかじめ記憶されている各異物およびボイドについても、赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データのそれぞれの平均と、これら赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの3つの要素を含めた分布を同様に計算する。

【0025】次に、データベースにあらかじめ記憶されている各異物およびボイド毎の、上述した計算によって求めた分布を、上述した赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データを各座標軸とする同一の3次元座標に表すとともに、各母材以外部の内、同一の異物あるいはボイドとして判断される部分の集団の分布も上述した3次元座標上に表す。なお、色相は、波長の順序に従って、赤、橙、黄、緑、シアン、青、紫の順とするか、あるいは最も処理し易いように色に任意に番号を付して順番を決定したものを使用

$$\text{距離} = \sqrt{\{(x \text{ 座標の差})^2 + (y \text{ 座標の差})^2\}} \cdots \textcircled{1}$$

【0029】そこで、ある集団内において、明度と彩度とが図4(a)に示す楕円のような分布をしている場合には、分布の形が図4(c)に示すような円形の分布になるように座標変換を行う。まず、図4(a)に示す分布に主成分分析を施す。主成分分析とは、分布の形が図4(b)に示すような横長の楕円になるように分布を回転することに他ならない。次に、各主成分をその標準偏差によって除算することにより、分布の形は、図4(c)に示すような円形となる。

する。

【0026】そして、マハラノビス法を用いて、上記各母材以外部の各集団の各分布の赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの平均と、データベースに基づいた各異物およびボイド毎の各分布の赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの平均との統計的な距離（マハラノビスの汎距離）をそれぞれ算出し、最もマハラノビスの汎距離が短い集団をもって、各集団の異物の種類を決定する。そして、決定された集団を、各異物およびボイド毎に新たにデータベースに記憶する。また、各集団に属さない個々の座標についても、データベースに基づいた各異物およびボイド毎の各分布の赤データ、緑データ、青データ、あるいは色相データ、彩度データ、明度データの平均とのマハラノビスの汎距離をそれぞれ算出し、異物の種類を決定する。なお、データベースへの新たに決定された集団の記憶は、別個に行ってもよい。また、上記マハラノビスの汎距離に従って異物の種類の第2候補、第3候補を選出することもできる。

【0027】ここで、マハラノビス法について簡単に説明する。まず、母材以外部の内、同一の異物あるいはボイドとして判断される部分のある集団内において、明度と彩度とが図4(a)に示す楕円のように分布していると仮定する。この集団内において、母材以外部Aは明度が平均明度より明るく、しかも彩度も平均彩度よりも鮮やかであり、いっぽう、母材以外部Bは明度は平均明度より明るい、彩度は平均彩度よりも鮮やかでないとする。このような仮定において、図4(a)に示す分布を考慮に入れなければ、母材以外部Aも母材以外部Bも平均から等距離離れている。ところが、図4(a)からも明らかなように、母材以外部Bは分布から外れており、集団内において希少な存在である。

【0028】ある集団を構成しているある要素がその集団の分布から外れている程度を定量的に表すには、以下に示す手法により行う。2つの変数が図4(c)に示すような円形の分布をしている場合には、単に平均値からの距離を以下に示す距離の公式に基づいて求めればよい。

【0030】以上説明した座標変換をマハラノビス変換といい、このマハラノビス変換後に上述した①式に基づいて求める、分布からの外れの程度を示す距離をマハラノビスの汎距離という。すなわち、ある集団を構成しているある要素がその集団の分布から外れている程度を定量的に表すには、その集団の平均からのマハラノビスの汎距離を用いるのである。

【0031】また、図5(a)に示すように、いくつかの集団が存在し、各集団の平均値は異なるが、分布の形

はいずれもほぼ同じ楕円である場合にも、図 5 (c) に示すように、各集団の分布の形がほぼ同じ半径の円になるように座標変換を施すことによって、マハラノビスの汎距離を定義することができる。さらに、どの集団に属するか不明である新しい対象がどの集団に属するかは、その対象と各集団の分布の平均とのマハラノビスの汎距離を比較することにより判別することができる。なお、マハラノビス法の詳細については、「パソコンによるデータ解析入門」(p152~p155: 技術評論社発行)等を参照されたい。

【0032】以上説明したマハラノビス法をこの実施例に応用し、母材以外部のマハラノビスの汎距離が、データベースにあらかじめ記憶されている各異物およびボイド毎の分布のどの平均と最も短いかを判定し、母材以外部の種類を判定するとともに、同一の異物あるいはボイドとして判断される部分の集団によりデータベースを構築するのである。

【0033】以上説明したように、上述した一実施例によれば、実際に異物を観察しながら最も代表的な異物あるいはボイドのデータを取り込むだけでデータベースの構築を行うことができる。また、データベースの平均から外れた値を有する母材以外部が存在する場合でも、最も性質に近い異物の種類を選択することができる。さらに、マハラノビスの汎距離を表示装置 13 に表示するようにすれば、この実施例による異物検査装置がどの程度の「確信度」を持って異物の種類を判定しているかをチェックすることができる。

【0034】以上、本発明の実施例を図面を参照して詳

述してきたが、具体的な構成はこの実施例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があっても本発明に含まれる。たとえば、上述した一実施例においては、マハラノビス法を用いた例を示したが、これに限定されず、2つ以上のデータ集団の区別が可能な数学的手法であればどのようなものを用いてもよい。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、異物やボイドの種類を判定する際に用いるデータベースの構築を容易に行うことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例および従来例による異物検査方法を適用した異物検査装置の構成例を示すブロック図である。

【図 2】 図 1 の試料 1 とテレビカメラ 3 の概略正面図である。

【図 3】 リングライト 5、6 の概略斜視図である。

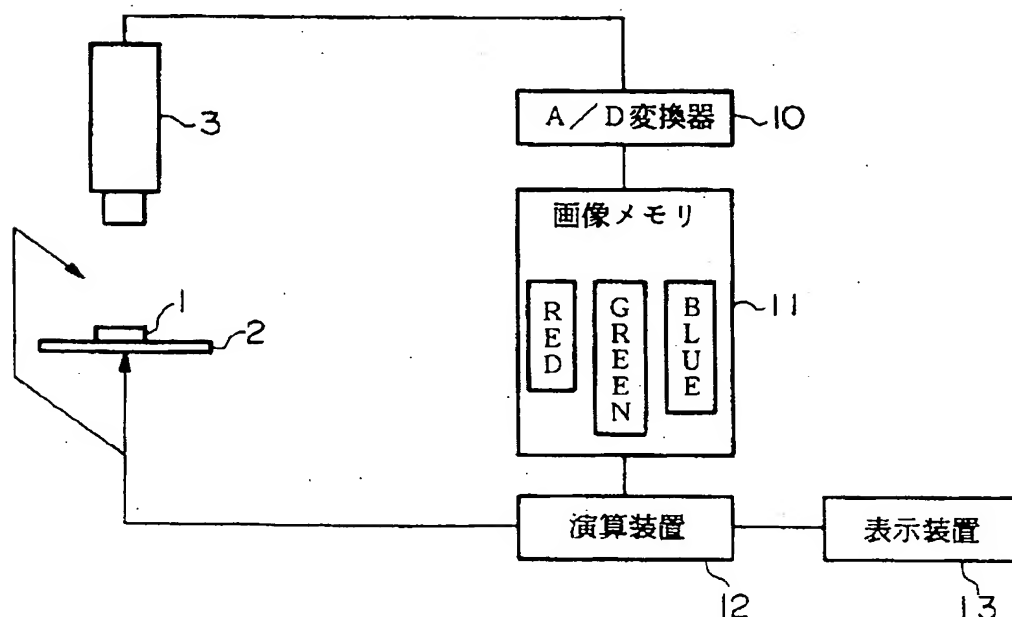
【図 4】 マハラノビス法の概略を説明するための図である。

【図 5】 マハラノビス法の概略を説明するための図である。

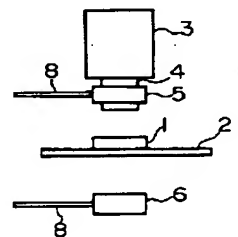
【符号の説明】

1……試料、2……透明板、3……テレビカメラ、4……マクロレンズ、5、6……リングライト、7、7₁、7₂……光源、8……光ファイバーケーブル、9……発光体、10……A/D変換器、11……画像メモリ、12……演算装置、13……表示装置。

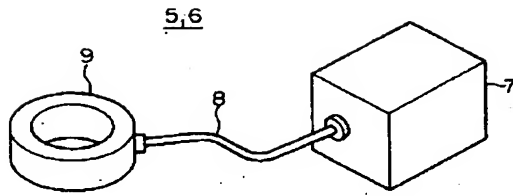
【図 1】



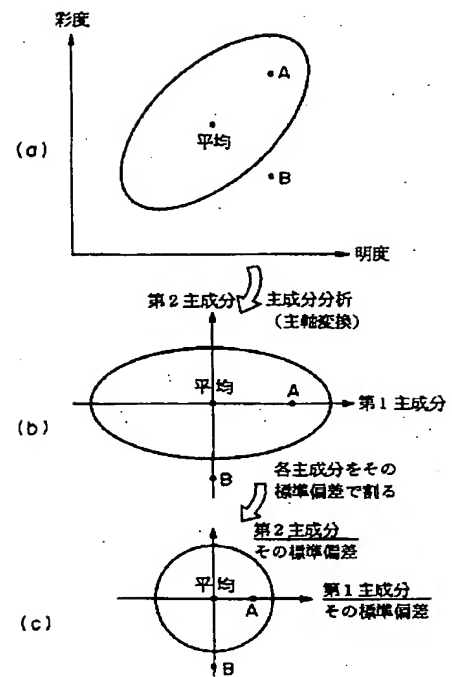
【図 2】



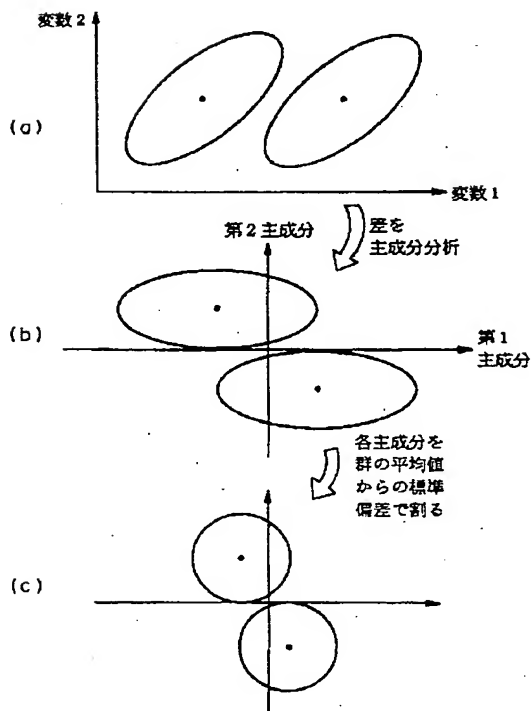
【図3】



【図4】



【図5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.